

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/004820

02.4.2004

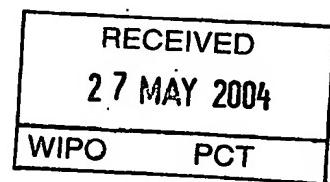
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月 3日

出願番号
Application Number: 特願 2003-100376
[ST. 10/C]: [JP 2003-100376]

出願人
Applicant(s): 日立化成工業株式会社
新神戸電機株式会社

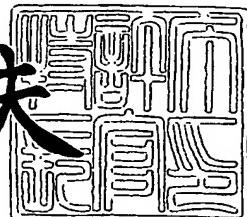


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (G) CR (A)

2004年 5月 13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特 2004-3039832

【書類名】 特許願
【整理番号】 HTK-645
【提出日】 平成15年 4月 3日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/304
【発明の名称】 研磨用パッドとその製造方法およびそれを用いた研磨方法
【請求項の数】 16
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社 総合研究所内
【氏名】 鈴木 雅雄
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社 総合研究所内
【氏名】 中川 宏
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社 総合研究所内
【氏名】 吉田 誠人
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社 山崎事業所内
【氏名】 西山 雅也
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社 山崎事業所内
【氏名】 島村 泰夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号 新神戸電機株式会社内

【氏名】 平西 智雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋本町二丁目8番7号 新神戸電機株式会社内

【氏名】 室川 芳紀

【特許出願人】

【識別番号】 000004455

【氏名又は名称】 日立化成工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000001203

【氏名又は名称】 新神戸電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】**【識別番号】** 100087365**【弁理士】****【氏名又は名称】** 栗原 彰**【選任した代理人】****【識別番号】** 100100929**【弁理士】****【氏名又は名称】** 川又 澄雄**【選任した代理人】****【識別番号】** 100095500**【弁理士】****【氏名又は名称】** 伊藤 正和**【選任した代理人】****【識別番号】** 100101247**【弁理士】****【氏名又は名称】** 高橋 俊一**【選任した代理人】****【識別番号】** 100098327**【弁理士】****【氏名又は名称】** 高松 俊雄**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 001982**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0302311**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研磨用パッドとその製造方法およびそれを用いた研磨方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機纖維を含む纖維と、該纖維を保持しているマトリックス樹脂とからなり、被研磨物側表面に少なくとも有機纖維が露出している研磨用パッドであって、前記マトリックス樹脂が少なくとも一種の熱可塑性樹脂を含むことを特徴とする研磨用パッド。

【請求項 2】 マトリックス樹脂が半結晶性熱可塑性樹脂よりなる請求項 1 記載の研磨用パッド。

【請求項 3】 マトリックス樹脂にエラストマが分散されている請求項 1 または 2 記載の研磨用パッド。

【請求項 4】 前記エラストマのガラス転移点が0℃以下である請求項 3 記載の研磨用パッド。

【請求項 5】 有機纖維が芳香族ポリアミドからなる請求項 1～4 いずれか一項記載の研磨用パッド。

【請求項 6】 有機纖維を1～50重量%含む請求項 1～5 いずれか一項記載の研磨用パッド。

【請求項 7】 有機纖維の径が1mm以下である請求項 1～6 いずれか一項記載の研磨用パッド。

【請求項 8】 有機纖維の長さが1cm以下である請求項 1～7 いずれか一項記載の研磨用パッド。

【請求項 9】 被研磨物側表面に露出した有機纖維により研磨粒子を保持する請求項 1～8 のいずれか一項記載の研磨用パッド。

【請求項 10】 定盤に貼り付けて使用し被研磨面の平坦化を行う研磨用パッドの製造方法であって、有機纖維を含む纖維と熱可塑性樹脂組成物を含むマトリックス組成物とを混合して混合物を得る過程、該混合物をタブレットにする過程、および該タブレットを押し出し成型によりシート状に加工する過程を含むことを特徴とする研磨用パッドの製造方法。

【請求項 11】 定盤に貼り付けて使用し被研磨面の平坦化を行う研磨用パ

ッドの製造方法であって、有機纖維を含む纖維と熱可塑性樹脂組成物を含むマトリックス組成物とを混合して混合物を得る過程、該混合物をタブレットにする過程、および該タブレットを射出成型によりシート状に加工する過程を含むことを特徴とする研磨用パッドの製造方法。

【請求項12】 さらに表面に纖維を露出させる過程を含む請求項10または11記載の研磨用パッドの製造方法。

【請求項13】 基体の被研磨面を請求項1～9いずれか一項記載の研磨用パッドの有機纖維露出面に押し当て、研磨剤を被研磨面と該パッドとの間に供給しながら、基体と研磨用パッドとを相対的に摺動させて研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項14】 単層または積層からなる金属膜を研磨して少なくとも金属膜の一部を除去する請求項13記載の研磨方法。

【請求項15】 表面が凹部および凸部からなる層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜を表面に沿って被覆するバリア導体層と、前記凹部を充填してバリア導体層を被覆する金属層とを有する基板のうち、少なくとも金属層を研磨して前記凸部のバリア導体層を露出させる第1研磨工程と、該第1研磨工程後に、少なくともバリア導体層および凹部の金属層を研磨して凸部の層間絶縁膜を露出させる第2研磨工程とを含み、少なくとも第2研磨工程で請求項1～9のいずれか一項記載の研磨用パッドを用いて研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項16】 層間絶縁膜が誘電率2.7以下である請求項15記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子製造技術等に使用される化学的機械的研磨(CMP)およびハードディスク製造技術に使用される精密研磨用パッドおよびこれらを用いた研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在の超大規模集積回路では実装密度を高める傾向にあり、種々の微細加工技術が研究開発されている。すでにデザインルールはサブハーフミクロンオーダーになっている。このような厳しい微細化の要求を満足するために開発されている技術のひとつにCMP(ケミカルメカニカルポリッシング)技術がある。この技術は、半導体装置の製造工程において露光を施す層を完全に平坦化して露光技術の負担を軽減することができる。そのため、たとえば、層間絶縁膜、BPSG膜の平坦化、シャロー・トレンチ分離等を行う際に必須となる技術である。これらのCMP技術に供される研磨用パッドには、同心円状、あるいは格子状の溝を形成した発泡ウレタン樹脂シートが使用されるのが一般的であった。一方、配線プロセスは初期のAl配線から、現在は配線金属に電気抵抗の低いCu、層間絶縁膜に低誘電率材料をデュアルダマシンによる埋め込み配線がトレンドとなってきている。

【0003】

かかるデュアルダマシン法において、研磨剤の選択に加え研磨用パッドの選択はきわめて重要となってきている。特に、層間絶縁膜に比較して金属が化学反応性に富み、かつ柔らかいことから、研磨スクラッチやコロージョンによる欠陥を生じやすいからである。一方、ディッシングは変形しやすさ、すなわち弾性率が小さいもの、パッド硬度が低いものほど大きい。そこで、パッド硬度を向上させた研磨布が提案された（特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-198797号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、パッド硬度を上げると、上記研磨スクラッチ等の欠陥の原因となる。また、近年進められている低誘電率材料の層間絶縁膜への適用は、絶縁層の機械的特性の低下や金属との密着性の低下を伴い、研磨時の欠陥発生の要因となっているため、より研磨時の機械的負荷の小さい研磨システムが必要となっている。

本発明は、層間絶縁膜に形成した配線溝パターンに金属膜を埋め込み成長し、かかる金属膜を平坦化研磨して配線を形成するCMP技術において、平坦性に優れ、かつ低負荷で絶縁層に欠陥を生じず研磨できる研磨用パッドおよびそれを用いた研磨方法を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、弾性体表面に極薄の纖維層を有するCMP研磨用パッドが、デュアルダマシン法による回路形成過程のCMP技術において、配線金属を低負荷で研磨でき、かつ研磨傷の発生を低減することを見出したことによりなされたものである。

【0007】

すなわち、本発明は、以下のものに関する。

(1) 有機纖維を含む纖維と、該纖維を保持しているマトリックス樹脂とからなり、被研磨物側表面に少なくとも有機纖維が露出している研磨用パッドであって、前記マトリックス樹脂が少なくとも一種の熱可塑性樹脂を含む研磨用パッド。

【0008】

(2) マトリックス樹脂が半結晶性熱可塑性樹脂よりなる前記(1)記載の研磨用パッド。

(3) マトリックス樹脂にエラストマが分散されている前記(1)または(2)に記載の研磨用パッド。

(4) 前記エラストマのガラス転移点が0℃以下である前記(3)に記載の研磨用パッド。

【0009】

(5) 有機纖維が芳香族ポリアミドからなる前記(1)～(4)いずれか一に記載の研磨用パッド。

(6) 有機纖維を1～50重量%含む前記(1)～(5)いずれか一に記載の研磨用パッド。

(7) 有機纖維の径が1mm以下である前記(1)～(6)いずれか一に記載の研磨用パッド。

(8) 有機纖維の長さが1cm以下である前記(1)～(7)いずれか一に記載の研磨用パッド。

(9) 被研磨物側表面に露出した有機纖維により研磨粒子を保持する前記(1)～(8)のいずれか一に記載の研磨用パッド。

【0010】

(10) 定盤に貼り付けて使用し被研磨面の平坦化を行う研磨用パッドの製造方法であって、有機纖維を含む纖維と熱可塑性樹脂組成物を含むマトリックス組成物とを混合して混合物を得る過程、該混合物をタブレットにする過程、および該タブレットを押し出し成型によりシート状に加工する過程を含む研磨用パッドの製造方法。

(11) 定盤に貼り付けて使用し被研磨面の平坦化を行う研磨用パッドの製造方法であって、有機纖維を含む纖維と熱可塑性樹脂組成物を含むマトリックス組成物とを混合して混合物を得る過程、該混合物をタブレットにする過程、および該タブレットを射出成型によりシート状に加工する過程を含む研磨用パッドの製造方法。

(12) さらに表面に纖維を露出させる過程を含む前記(10)または(11)に記載の研磨用パッドの製造方法。

【0011】

(13) 基体の被研磨面を前記(1)～(9)いずれか一に記載の研磨用パッドの有機纖維露出面に押し当て、研磨剤を被研磨面と該パッドとの間に供給しながら、基体と研磨用パッドとを相対的に摺動させて研磨する研磨方法。

(14) 単層または積層からなる金属膜を研磨して少なくとも金属膜の一部を除去する前記(13)に記載の研磨方法。

(15) 表面が凹部および凸部からなる層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜を表面に沿って被覆するバリア導体層と、前記凹部を充填してバリア導体層を被覆する金属層とを有する基板のうち、少なくとも金属層を研磨して前記凸部のバリア導体層を露出させる第1研磨工程と、該第1研磨工程後に、少なくともバリア導体層および凹部の金属層を研磨して凸部の層間絶縁膜を露出させる第2研磨工程とを含み、少なくとも第2研磨工程で前記(1)～(9)のいずれか一に記載の研磨

用パッドを用いて研磨する研磨方法。

(16) 層間絶縁膜が誘電率2.7以下である前記(15)に記載の研磨方法。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明の研磨用パッドの構造は、少なくとも使用時に被研磨面側表面に有機繊維が露出するものであれば、特に制限はない。

【0013】

また、本発明の該パッドの纖維を保持するマトリックス樹脂としては、少なくとも一種の熱可塑性樹脂を含んでいれば、特に制限はなく使用でき、熱可塑性樹脂が主成分であるのが好ましい。好ましくは、室温弹性率0.1GPa以上、より好ましくは0.5GPa以上の熱可塑性樹脂である。弹性率が小さければ平坦性が悪化する。このような熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、AS(アクリロニトリルースチレン共重合体)、ABS(アクリロニトリルーブタジエンゴムースチレン共重合体)、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブテン、4-メチル-1-ペンテン-1、エチレン-1-プロピレン共重合体、エチレン酢酸ビニル共重合体、ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリアセタール等が挙げられる。これらは、単独でも二種以上を混合して使用してもよく、特に、マトリックスの樹脂として、半結晶性の熱可塑性樹脂を用いれば、耐磨耗性に優れ高耐久性の研磨用パッドを得られる。

【0014】

また、上記熱可塑性樹脂に加え、添加剤として架橋および未架橋のエラストマ、架橋ポリスチレン、架橋ポリメチルメタクリレート等をさらに混合してマトリックス樹脂に分散させても良い。熱可塑性エラストマおよび低架橋度のエラストマを加えることはより好ましい。エラストマとしては、ガラス転移点が室温以下のものであれば、特に制限されることなく使用でき、0℃以下のものがより好ましい。例えば、オレフイン系エラストマ、スチレン系エラストマ、ウレタン系エラストマ、エステル系エラストマ等、アルケニル芳香族化合物ー共役ジエン共重合体、ポリオレフイン系共重合体等のエラストマ等が挙げられる。これらエラストマの添加量が多いほど、耐衝撃性が高く粘り強い樹脂となるとともに、パッド

表面と金属との摩擦力も増加する。

【0015】

有機纖維としては、アラミド、ポリエステル、ポリイミド等の纖維状にできる材質が広く使用できる。また、これらのうち二種以上を選択、混合して使用することもできる。単独あるいは主たる成分としてアラミドすなわち芳香族ポリアミド纖維を選択することが、より好ましく、アラミド纖維単独であるのがさらに好ましい。すなわち、アラミド纖維は、他の一般的な有機纖維に比べて引っ張り強度が高く、本発明による研磨用パッド表面を機械的に粗化して纖維を露出する際、纖維が表面に残りやすく効果的であるからである。また、研磨用パッドの耐久性を向上させ、使用寿命を伸ばす効果もある。

【0016】

アラミド纖維にはパラ型とメタ型が有るが、パラ系アラミド纖維はメタ型纖維より力学的強度が高く低吸湿性であるので、より好適である。パラ系アラミド纖維としては、ポリp-フェニレンテレフタルアミド纖維とポリp-フェニレンジフェニルエーテルテレフタルアミド纖維が市販されており、使用が可能である。

【0017】

有機纖維の纖維径(直径)は1mm以下のものが使用でき、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。好ましくは $1\sim200\mu\text{m}$ 、より好ましくは $5\sim150\mu\text{m}$ である。太すぎると機械的強度が高すぎて、研磨傷やドレス不良の原因となる。細すぎれば取り扱い性が低下したり、強度不足によるパッドの耐久性低下を引き起こしたりする。纖維長は、10mm以下のものが使用でき、5mm以下であることが望ましい。より好ましくは、 $0.1\sim3\text{mm}$ である。短かすぎると、パッド表面を機械的に表面を粗した時に露出した纖維がパッドに効果的に保持されず、長すぎると、樹脂との混合時に増粘して成型が困難となる。これらは、短纖維を所定長に切断したチョップを使用しても、数種の纖維長のものを混合して使用することもできる。

また、樹脂との親和性を向上するため、予め纖維表面を機械的あるいは化学的に粗化したり、カップリング材等による改質を行ったりしても良い。取り扱いの面から、短纖維チョップを極少量の樹脂でコーティングして束にしたものを使用

することができる。ただしこれは、マトリックス樹脂との混合中の加熱、あるいは加えられるせん断力により短纖維がマトリックス樹脂中に分散される程度の保持力をもつ程度ついでいればよい。さらに、主たる有機纖維のほかに、ガラス纖維等の無機纖維を加えても良い。

このような被研磨物側表面に露出した有機纖維により、研磨の際に、後述する研磨剤中の研磨粒子（砥粒）を効率良く保持することができる。

【0018】

上記有機纖維の含有率は、特に制限されるものではないが、マトリックスとなる熱可塑性樹脂の軟化温度や粘度により、最適化される必要がある。パッド全体の1～50重量%が好ましく、より好ましくは1～20重量%、さらに好ましくは5～20重量%である。纖維量が少なければ研磨面の研磨傷が顕著になり、多すぎれば成型性が悪くなる。

【0019】

本発明の研磨用パッドの製造方法は、有機纖維を含む纖維と熱可塑性樹脂組成物を含むマトリックス組成物とを混合して混合物を得る過程、該混合物をタブレットにする過程、および該タブレットを押し出し成型によりシート状に加工する過程を含む。

本発明における熱可塑性樹脂組成物及びそれ以外のマトリックス組成物を製造する方法、それらと纖維との混合方法は、それぞれ従来から公知の方法で行うことが出来、特に限定されない。例えば、マトリックスを形成する各組成物成分をヘンシェルミキサー、スーパー ミキサー、ターンブル ミキサー、リボンブレンダー等で均一に混合（ドライブレンド）した後、単軸押出機や二軸押出機、バンバーミキサー等で溶融混練する。

さらに、有機纖維を加えて上記と同様に溶融混合する。

その後、冷却してタブレット化する。冷却に水を使用する場合は、タブレットを十分に乾燥し、脱水する必要がある。

得られた上記のタブレットを再度成形機でダイスを通して押し出し、ロールで圧延することで、シート状成型物を作製できる。また、別の製造方法として、前記押し出し成型のかわりに金型に射出成型してシート状成型物としても良い。こ

これらシート状成型物を、必要に応じて所定の研磨機の定盤形状にあわせ適宜加工して最終製品の研磨用パッドが得られる。一例として、上記シート状成型物を円形状に切り出すことで最終製品である研磨用パッドとすることができます。

研磨用パッドの全体の厚みは0.1~5mmであることが好ましく、0.5~2mmであることがより好ましい。また、上記パッドの研磨面に、NC旋盤等を使用し同心円状、格子状等の溝を形成しても良い。

【0020】

本発明における被研磨物側表面に少なくとも有機纖維が露出している研磨用パッドを得るため、必要に応じて、パッドの被研磨物側表面に纖維を露出させる。この纖維露出層の形成方法としては、ドレッシング処理、すなわちダイヤモンド等の砥石を用いてパッド表面の樹脂を削り取り、纖維を露出する方法が取れる。砥石の代わりに、ワイヤーブラシ、メタルスクレーバ、樹脂ブラシ、ガラスあるいはセラミックスプレートを使用しても良い。有機纖維の表面に露出した部分の長さは、一般に1mm以下のものが実用上使用できるが、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。より好ましくは $1\sim200\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $10\sim150\mu\text{m}$ である。短かすぎると、研磨剤の保持性が低下して研磨速度が小さくなり、長すぎると平坦性に悪影響を及ぼす。

【0021】

以下本発明の研磨用パッドを用いた研磨方法について説明する。本発明の第一の研磨方法は、基体の被研磨面を上記本発明の研磨用パッドの有機纖維露出面（すなわち被研磨物側の面）に押し当て、研磨剤を被研磨面と該パッドとの間に供給しながら、基体と研磨用パッドとを相対的に摺動させて研磨することを特徴とする。

ここで、被研磨面として単層または積層からなる金属膜を研磨して少なくとも金属膜の一部を除去するのが好ましい。

本発明において研磨される金属としては、銅の他、銅を主体とする合金、それらの酸化物、窒化物等の化合物などが挙げられる。また、銅以外のタンタル、タンゲステン、アルミニウム等の金属、さらにその合金、酸化物、窒化物等の化合物も挙げられる。研磨される金属は、銅、銅合金、銅の酸化物、銅合金の酸化物

からなる群（以下、銅及びその化合物という。）より選ばれる少なくとも1種を含むのが好ましい。研磨される金属が積層膜の場合、先に研磨される層が前記銅及びその化合物から選ばれる少なくとも一種であり、該層と積層している層すなわち次の層が前記タンタル及びその化合物、チタン及びその化合物、タングステン及びその化合物から選ばれる少なくとも一種である積層膜の組み合わせが挙げられる。研磨により少なくとも一部が除去されるのは、前記先に研磨される層であることが好ましい。

【0022】

被研磨面を有する基体として、例えば、半導体装置の製造における配線プロセスの、ピアホールと配線溝（トレンチ）とをドライエッチングで形成した層間絶縁膜上に、開口部と内壁を完全に覆うようにバリア膜、さらにその上にCuに代表される金属膜を成長させて完全に開口部を埋め込んだ状態の基板が挙げられる。凸部の金属膜が選択的に研磨されるため、凹部に金属膜が残されて所望の金属配線パターンが得られる。

【0023】

すなわち本発明の第2の研磨方法は、表面が凹部および凸部からなる層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜を表面に沿って被覆するバリア導体層と、前記凹部を充填してバリア導体層を被覆する金属層とを有する基板のうち、少なくとも金属層を研磨して前記凸部のバリア導体層を露出させる第1研磨工程と、該第1研磨工程後に、少なくともバリア導体層および凹部の金属層を研磨して凸部の層間絶縁膜を露出させる第2研磨工程とを含み、少なくとも第2研磨工程で本発明の研磨用パッドを用いて研磨することを特徴とする。

【0024】

バリア導体層（以下、バリア層という。）としては、上記金属層、特に銅と銅合金とに対するバリア層であるのが好ましい。バリア層は絶縁膜中への金属層拡散防止、および絶縁膜と金属層との密着性向上のために形成される。この導体の組成は、タンタル、チタン、タングステン、及びこれらの窒化物、酸化物、合金等の化合物などが挙げられる。

バリア層を被覆する金属層としては、上記した銅及びその化合物、タングステ

ン、タンクスチル合金、銀、金等の、金属が主成分の物質が挙げられ、銅及びその化合物等の銅が主成分であることが好ましい。金属層として公知のスパッタ法、メッキ法により前記物質を成膜した膜を使用できる。

【0025】

層間絶縁膜としては、シリコン系被膜や有機ポリマー膜が挙げられる。シリコン系被膜としては、二酸化ケイ素、フルオロシリケートグラス、トリメチルシランやジメトキシジメチルシランを出発原料として得られるオルガノシリケートグラス、シリコンオキシナイトライド、水素化シリセスキオキサン等のシリカ系被膜や、シリコンカーバイド及びシリコンナイトライドが挙げられる。また、有機ポリマー膜としては、全芳香族系低誘電率層間絶縁膜が挙げられる。特に、層間絶縁膜が誘電率2.7以下であることが好ましい。

これらの膜は、CVD法、スピンドルコート法、ディップコート法、またはスプレー法によって成膜される。

【0026】

本発明に使用するCMP研磨剤は特に定めないが、例えば、Cu用研磨剤として、シリカ、アルミナ、セリア、チタニア、ジルコニア及びゲルマニア等の砥粒、添加剤と防食剤を水に分散させ、さらに過酸化物を添加した研磨剤が挙げられる。砥粒としては、コロイダルシリカ粒子あるいはアルミナ粒子が、特に好ましい。また、砥粒粒子含有量は、0.1～20重量%のものが望ましい。該砥粒粒子はその製造方法を限定するものではないが、その平均粒径が、0.01～1.0 μm であることが好ましい。平均粒径が0.01 μm 未満では研磨速度が小さくなりすぎ、1.0 μm を超えると傷になりやすい。

【0027】

研磨する装置に特に制限はなく、円盤型研磨装置、リニア型研磨装置で使用することができる。例えば、被研磨面を有する基体を保持するためのホルダーと、研磨用パッドを貼り付けることができ、回転数が変更可能なモータ等を取り付けてある研磨定盤とを有する一般的な研磨装置が使用できる。一例として、荏原製作所製研磨装置：型番EPO111が使用できる。

【0028】

研磨装置の定盤への上記研磨用パッド固定のために、両面接着テープ等の接着剤を研磨面と逆側に使用することができる。また、発泡ポリウレタン等からなる低弾性率のサブパッドを介してとりつけても良い。

基体の被研磨面を研磨用パッドに押圧した状態で研磨用パッドと被研磨面とを相対的に摺動させて研磨するには、具体的には基体と研磨定盤との少なくとも一方を動かせば良い。研磨定盤を回転させる他に、ホルダーを回転や揺動させて研磨しても良い。また、研磨定盤を遊星回転させる研磨方法、ベルト状の研磨用パッドを長尺方向の一方向に直線状に動かす研磨方法等が挙げられる。なお、ホルダーは固定、回転、揺動のいずれの状態でも良い。これらの研磨方法は、研磨用パッドと被研磨面とを相対的に動かすのであれば、被研磨面や研磨装置により適宜選択できる。

研磨条件に、特に制限はないが、研磨対象に応じて最適化を図ることが望ましい。例えば、研磨定盤の回転速度は基体が飛び出さないように200 rpm以下の低回転が好ましく、基体にかける圧力は研磨後に傷が発生しない圧力、例えば被研磨面が銅の場合には約50 kPa以下が好ましい。また、低誘電率層間絶縁膜を有する基体を使用する場合は20 kPa以下が好ましい。

研磨している間、研磨用パッドと被研磨面の間に研磨剤をポンプ等で連続的に供給する。この供給量には制限はないが、研磨用パッドの表面が常に研磨剤で覆われていることが好ましい。基体研磨によるパッドの磨耗や有機纖維は、ドレッシングを行うことにより再生される。

研磨終了後の基体は、流水中でよく水洗後、スピンドライア等を用いて基体上に付着した水滴を払い落としてから乾燥させることが望ましい。

【0029】

以下、本発明の研磨方法の実施態様を、半導体装置の製造における配線層の形成に沿って説明する。

まず、シリコンの基板上に二酸化ケイ素等の層間絶縁膜を積層する。次いで、レジスト層形成、エッチング等の公知の手段によって、層間絶縁膜表面に所定パターンの凹部（基板露出部）を形成して凸部と凹部とを有する層間絶縁膜とする。この層間絶縁膜上に、表面の凸凹に沿って層間絶縁膜を被覆するタンタル等の

バリア層を蒸着またはCVD等により成膜する。さらに、前記凹部を充填するようバリア層を被覆する銅等の金属層を蒸着、めっきまたはCVD等により形成する。層間絶縁膜、バリア層および金属層の形成厚さは、それぞれ0.01~2.0 μm 、1~100 nm、0.01~2.5 μm 程度が好ましい。

【0030】

次に、この基板の表面の金属層を、本発明の研磨用パッドを用いて、研磨剤を供給しながらCMPにより研磨する（第1の研磨工程）。これにより、基板上の凸部のバリア層が表面に露出し、凹部に前記金属膜が残された所望の配線パターンが得られる。この研磨が進行する際に、金属層と同時に凸部のバリア層の一部が研磨されても良い。

【0031】

第2の研磨工程では、金属層、バリア層および層間絶縁膜を研磨できる研磨剤を使用して、CMPにより、少なくとも、前記露出しているバリア層および凹部の金属層を研磨する。凸部のバリア層の下の層間絶縁膜が全て露出し、凹部に配線層となる金属層が残され、凸部と凹部との境界にバリア層の断面が露出した所望のパターンが得られた時点で研磨を終了する。本発明の研磨用パッドは少なくとも第2の研磨工程で使用され、本実施態様のように第1の研磨工程にも使用されるのが好ましい。

研磨終了時のより優れた平坦性を確保するために、さらに、オーバー研磨（例えば、第2の研磨工程で所望のパターンを得られるまでの時間が100秒の場合、この100秒の研磨に加えて50秒追加して研磨することをオーバー研磨50%という。）して凸部の層間絶縁膜の一部を含む深さまで研磨しても良い。

【0032】

このようにして形成された金属配線の上に、さらに、層間絶縁膜および第2層目の金属配線を形成し、その配線間および配線上に再度層間絶縁膜を形成後、研磨して半導体基板全面に渡って平滑な面とする。この工程を所定数繰り返すことにより、所望の配線層数を有する半導体デバイスを製造することができる。

【0033】

本発明の研磨用パッドおよびそれを用いた研磨方法は、上記の絶縁層の複合開

口部を埋め込んでなる主にCu、Ta、TaNやAl等の金属を含む膜だけではなく、所定の配線板に形成された酸化珪素膜、ガラス、窒化珪素等の無機絶縁膜、ポリシリコンを主として含む膜、フォトマスク・レンズ・プリズムなどの光学ガラス、ITOなどの無機導電膜、ガラスおよび結晶質材料で構成される光集積回路・光スイッチング素子・光導波路・光ファイバーの端面、シンチレータ等の光学用単結晶、固体レーザ単結晶、青色レーザLED用サファイア基板、SiC、GaP、GaAs等の半導体単結晶、磁気ディスク用ガラスあるいはアルミ基板、磁気ヘッド等の研磨にも適用することができる。

【0034】

【実施例】

以下実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

(実施例1)

有機纖維としてポリ-p-フェニレンテレフタルアミド纖維（デュポン社製商品名「ケブラー」、纖維径12.5μm、纖維長3mm）、マトリックス組成物としてABS樹脂ペレットを押し出し成型機にて溶融混合し、タブレット化した。ここで、ポリ-p-フェニレンテレフタルアミド纖維は、10重量%になるように調整した。タブレットを大型乾燥機にて120℃、5時間乾燥した後、押し出し成型およびロールを用いて、厚さ1.2mm、幅1mのシート状成形品を作製した。これに深さ0.6mm、幅2.0mmの矩形断面形状の溝を、ピッチ15mm格子状に形成した後、円形に切り出した。さらに、溝加工した面の反対側に両面テープを接着して研磨用パッドとした。

【0035】

(実施例2)

マトリックス組成物として、ポリエチレン、ポリプロピレン、スチレン系エラストマを、重量比で50:50:100に混合したほかは、実施例1と同様にして研磨用パッドを得た。

【0036】

(実施例3)

マトリックス組成物として、ポリプロピレンを用いたほかは、実施例1と同様にして研磨用パッドを得た。

【0037】

(比較例1)

有機纖維を使用しないほかは、実施例1と同様にして研磨用パッドを作製した。

(比較例2)

発泡ポリウレタン製研磨用パッドを用意した。

以上五種類のパッドをそれぞれ研磨装置の定盤に取り付け、#160番手のダイヤモンド砥石をつけたドレッサーで、30分間表面を粗化した。

【0038】

(研磨剤の調製)

銅用の研磨剤として、砥粒フリー研磨剤（日立化成工業株式会社製 商品名HS-C430スラリー）およびこれに二次粒子の平均径が35nmのコロイダルシリカを加え0.37重量%に調整した砥粒入り研磨剤を使用した。両者とも、使用時に、体積比で研磨剤：過酸化水素水=7：3で混合した。

【0039】

(基板の研磨)

実施例および比較例で作製した研磨用パッドと上記研磨剤を使用して、配線なしあるいは配線を形成したシリコンウエハ基板（以下、ウエハともいう。）を以下のように研磨し、研磨速度、研磨傷、および平坦性の指標としてディッシングを測定した。

すなわち研磨装置のウエハ基板取り付け用の吸着パッドを貼り付けたホルダーに上記ウエハをセットした。また、前記研磨装置の研磨定盤に実施例および比較例で作製した研磨用パッドを貼り付け、その上に、被研磨面を下にしてホルダーを研磨装置に取り付けた。上記研磨剤を150cc/分で供給しながら、定盤とウエハとを38rpmで回転し、加工荷重 4×10^4 Paで研磨し、評価した結果を表1に示す。

【0040】

(研磨速度の評価)

厚さ $1 \mu\text{m}$ の銅膜を形成した配線形成のない二酸化シリコン膜層付きシリコンウエハ基板（直径 13 cm ）を用い、2分間研磨を行った。研磨前後の銅膜厚を、ナップソン株式会社製 型番 RT-7 を用いてシート抵抗値を測定し、抵抗率から膜厚を計算し、CMP 前後での膜厚差を求め計算した。結果を表 1 に記載する。

【0041】

(研磨傷の評価)

研磨速度の評価を行ったウエハを用い、目視で傷の評価を行った。結果を表 1 に併記する。

○：研磨後の被研磨面に傷が 5 個未満

×：研磨後の被研磨面に傷が 5 個以上

【0042】

(ディッシング量)

シリコンウエハに厚さ 300 nm の二酸化シリコン膜を形成し、二酸化シリコン中に配線密度 50%、深さ $0.5 \mu\text{m}$ の溝を形成して、公知のスパッタ法によってバリア層として厚さ 50 nm の窒化タンタル膜を形成し、同様にスパッタ法により銅膜を $1.0 \mu\text{m}$ 形成して公知の熱処理によって埋め込んだ、配線金属部（銅）幅 $100 \mu\text{m}$ 、絶縁膜（二酸化シリコン）部幅 $100 \mu\text{m}$ が交互に並んだストライプ状パターン部の表面形状のシリコン基板（直径 13 cm ）を基体として用意した。

この基体を用いて銅膜の研磨とバリア層の研磨とからなる 2 段研磨を行い、触針式段差計（Veeeco/Sloan 社製 Dektat 3030）で上記ストライプ状パターン部の表面形状から、絶縁膜部に対する配線金属部の膜減り量を測定した。結果を表 1 に併記する。なお、表中の「測定不能」とは、低研磨速度で基板が研磨できないか、研磨傷が多すぎて測定できない状態を示す。

【0043】

実施例 1 と比較例 1 で作製した研磨用パッドは、マトリックス樹脂は同様で、繊維を含むか含まないかの違いである。本発明の研磨用パッドである実施例 1 は

、有機繊維を含まない比較例1に比べて傷の発生が抑えられて良好である。比較例1は研磨傷がひどく、ディッシングの測定が不能であった。実施例では砥粒フリー研磨剤を用いると殆ど研磨できず、研磨速度の高い比較例1あるいは比較例2と異なる研磨機構によって研磨されていることが明らかである。

【0044】

【表1】

パッド	研磨剤	研磨速度(Å/分)	傷	ディッシング(Å)
実施例1	砥粒フリー研磨剤	50	○	測定不能
	砥粒入り研磨剤	1000	○	300
実施例2	砥粒フリー研磨剤	70	○	測定不能
	砥粒入り研磨剤	1000	○	300
実施例3	砥粒フリー研磨剤	40	○	測定不能
	砥粒入り研磨剤	800	○	300
比較例1	砥粒フリー研磨剤	1000	×	測定不能
	砥粒入り研磨剤	1500	×	測定不能
比較例2	砥粒フリー研磨剤	2200	○	500
	砥粒入り研磨剤	2500	○	1100

【0045】

つづいて、研磨剤は上記の検討から研磨速度の高かった砥粒入り研磨剤を使用し、かつ加工荷重 $2 \times 10^4 \text{Pa}$ とした以外は上記と同様に研磨し評価した結果を表2に示す。ここで、表2から、実施例では、上記研磨条件と殆ど研磨速度に差がなく、低荷重すなわち低摩擦力でも研磨が可能であることが確認できた。一方、比較例では、本条件のような低荷重では研磨速度が極端に低下してしまった。

【0046】

【表2】

パッド	研磨速度(Å/分)	傷	ディッシング(Å)
実施例1	700	○	300
実施例2	700	○	300
実施例3	700	○	300
比較例1	400	×	測定不能
比較例2	100	○	600

【0047】

以上の検討から、本発明による研磨用パッドを使用すれば、CMP時に絶縁層にかかる負荷を低減しつつ、平坦性を向上できる。

【0048】

【発明の効果】

本発明によれば、低荷重でCMP研磨を行うことができるため、例えば半導体装置の製造において層間絶縁膜への負荷が小さく、かつ平坦性にも優れた金属の研磨が行え、次世代のデュアルダマシン法を容易に実施することが可能となる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 層間絶縁膜に形成した配線溝パターンに金属膜を埋め込み成長し、かかる金属膜を平坦化研磨して配線を形成するCMP技術において、平坦性に優れ、かつ層間絶縁膜への負荷が低く絶縁層に欠陥を生じずに研磨できる研磨用パッドおよびそれを用いた研磨方法を提供する。

【解決手段】 有機纖維を含む纖維と、該纖維を保持しているマトリックス樹脂とからなり、被研磨物側表面に少なくとも有機纖維が露出している研磨用パッドであって、前記マトリックス樹脂が少なくとも一種の熱可塑性樹脂を含む研磨用パッド。

【選択図】 なし

特願 2003-100376

出願人履歴情報

識別番号

[000004455]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1993年 7月27日

住所変更

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

日立化成工業株式会社

特願 2003-100376

出願人履歴情報

識別番号 [000001203]

1. 変更年月日 1996年 7月 3日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号
氏 名 新神戸電機株式会社